

Е. Д. Казакова, Е. А. Бирюзова

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

kazakova.evd@yandex.ru

К ОЦЕНКЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

В работе проанализированы варианты теплоизоляции трубопровода. Определена толщина изоляционного слоя, температуры на поверхности¹ каждого изоляционного слоя и на поверхности всей изоляционной конструкции. Определен оптимальный вариант теплоизоляции среди рассмотренных.

Ключевые слова: энергосбережение; тепловая защита; энергоэффективность.

E. D. Kazakova, E. A. Biryuzova

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg

TO THE ASSESSMENT OF PIPELINE THERMAL INSULATION

In this project different types of pipeline thermal insulation were analyzed. The thickness of the insulation layer, the temperature on the surface of each insulation layer and on the surface of the entire insulation structure are determined. The optimal variant of thermal insulation among the considered has been determined.

Key words: energy efficiency; power usage; thermal protection.

Коммуникации, транспортирующие горячий теплоноситель, требуют организации изоляции, которая отличается низким коэффициентом теплопроводности. Это необходимо, чтобы снизить показатели теплотерь труб. Без правильной теплоизоляции

трубопровод будет рассеивать тепло в окружающую среду, показывая низкую эффективность.

При проведении исследования рассматривались следующие теплоизоляционные материалы: жидкокерамические изоляции Re-Therm и ТТМ-В, минеральная вата, ППУ.

Для определения оптимального варианта изоляции трубопровода была определена толщина изоляционного слоя, температуры на поверхности каждого изоляционного слоя и на поверхности всей изоляционной конструкции.

Расчеты произведены для трубопровода $D = 273$ мм, расположенного в тепловой камере $5,50 \times 2,20$ м, со средней температурой теплоносителя в подающем трубопроводе 90 °С; в обратном трубопроводе 50 °С.

Толщина тепловой изоляции определяется по формулам (1-5)

$$\delta_{\text{и}} = \frac{d_{\text{и}}}{2} (B - 1), \text{м} \quad (1)$$

$$B = \frac{d_{\text{и}}}{d_{\text{н}}}, \text{м} \quad (2)$$

$$\ln B = 2\pi\lambda_{\text{к}} \left[r_{\text{tot}} - \frac{1}{\alpha_l \pi (d_{\text{н}} - 0,1)} \right], \quad (3)$$

$\lambda_{\text{к}}$ – коэффициент теплопроводности конструкции, Вт/(м·°С);

$d_{\text{н}}$ – наружный диаметр трубопровода, м;

$d_{\text{и}}$ – наружный диаметр изолированного трубопровода, м.

Средняя температура теплоизоляции определяется по формуле (4)

$$t_m = \frac{t_w + 40}{2}, \text{°С} \quad (4)$$

t_w – средняя температура теплоносителя за отопительный период, °С.

Сопротивление теплопередаче на 1 метр длины теплоизоляционной конструкции рассчитывается по формуле (5)

$$r_{\text{tot}} = \frac{t_w - t_c}{q_l \cdot K_1}, \text{м·°С/Вт} \quad (5)$$

q_l – нормированная линейная плотность теплового потока, Вт/м.

Температура на поверхности слоев изоляции рассчитывалась по формулам (6–7)

$$t_1^H = t_H^{CT} - q_l \cdot \left(\frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{и1}} \cdot \ln \left(\frac{d_{из1}}{d_H} \right) \right), ^\circ\text{C} \quad (6)$$

$$t_2^H = t_H - q_l \cdot \left(\frac{1}{2\pi \cdot \lambda_{и2}} \cdot \ln \left(\frac{d_{из2}}{d_H} \right) \right), ^\circ\text{C} \quad (7)$$

t_1^H – температура на поверхности 1-го изоляционного слоя, $^\circ\text{C}$;

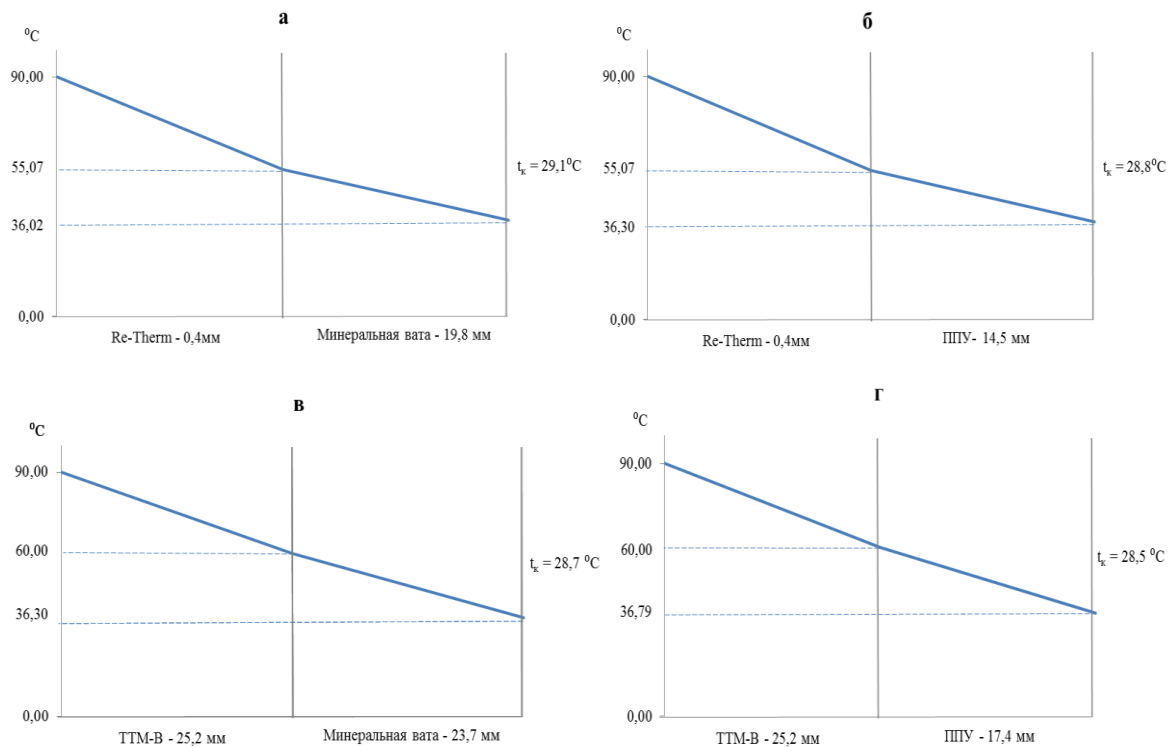
t_2^H – температура на поверхности 2-го изоляционного слоя, $^\circ\text{C}$;

t_H^{CT} – температура стенки трубопровода, $^\circ\text{C}$;

t_H – температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$.

Все вычисления проведены в соответствии с СП 61.13330.2012 [5]. Результаты расчета и варианты одно- и двуслойной теплоизоляции приведены в таблице.

Изменение температуры на поверхности слоев изоляции представлена на графиках (рисунок).



Графики изменения температуры в теплоизоляционном слое подающего трубопровода: а – при изоляции Re-Therm и минеральная вата; б – Re-Therm и ППУ; в – ТТМ-В и минеральная вата; г – ТТМ-В и ППУ

Варианты изоляции трубопровода	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)	Толщина изоляционного слоя, мм		Температура на поверхности изоляции, °С	
		подающ.	обратн.	подающ.	обратн.
1. Re-Therm	0,001	1	1	35	31,2
2. ТТМ-В	0,054	49	41	35	31,2
3. 1-й слой: Re-Therm	0,001	0,4	0,3	55,07	36,02
2-й слой: минеральная вата	0,045	19,8	5	36	10,6
4. 1-й слой: Re-Therm	0,001	0,4	0,3	55,07	36,02
2-й слой: ППУ	0,033	14,5	4	36,3	10,5
5. 1-й слой: ТТМ-В	0,054	25	20,7	60	40
2-й слой: минеральная вата	0,045	23,7	8,6	36,3	12,4
6. 1-й слой: ТТМ-В	0,054	25	20,7	60	40
2-й слой: ППУ	0,033	17,4	6,3	36,8	11,8

В результате проведенных расчетов определены варианты теплоизоляции трубопровода с наименьшими температурами на поверхности изоляционной конструкции – это однослойная теплоизоляция из жидкокерамических красок Re-Therm и ТТМ-В с температурой на поверхности изоляционной конструкции 35 °С.

С экономической стороны оптимальным вариантом теплоизоляции является термокраска Re-Therm. Расчетная толщина теплоизоляционного слоя в 50 раз тоньше слоя из термокраски ТТМ-В. Стоимость термокраски Re-Therm – 287 руб./пог. м, ТТМ-В – 849 руб./пог. м.

Список использованных источников

- ГОСТ 9573-2012 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия. Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартинформ, 2013. 10 с.
- ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия. Введ. 01.01.2008. М. : Стандартинформ, 2007. 48 с.
- ТУ 2316-112-00209600-2009 Теплозащитное покрытие RE-THERM. Технические условия. Казань : ООО «Инновационные технологии», 2009. URL: <http://re-therm.ru/technical-data> (дата обращения: 20.11.2018)
- ТУ 2257-001-50906007-2015 Трудногорючий теплоизоляционный материал «ТТМ-В». Технические условия. Введ. 20.01.2015. Санкт-Петербург, 2015. 11 с. URL: <http://gkptiter.ru/wp-content/uploads/2016/03/KVIP.pdf> (дата обращения: 20.11.2018)
- СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – Введ. 23.01.2012. – М. : Минрегион России, 2012. 56 с.